



WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM

PCT

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(31) Internationale Patentklassifikation 6:	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/55767
C08J 3/24, A61L 15/60, A61F 13/15, C08K 3/00, C08F 220/04	(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 4. November 1999 (04.11.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/02702	(81) Bestimmungsstaaten: JP, MX, PL, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 22. April 1999 (22.04.99)	Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.
(30) Prioritätsdaten: 198 18 852.8 28. April 1998 (28.04.98) DE	
(71) Anmelder (für alle Bestimmungen ausser US): BASF AK- TIEFENGESCHÄFT (DE/DE); D-67056 Ludwigshafen (DE).	
(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FRENZ, Volker (DE/DE); Sicherbergsweg 8, D-55246 Mainz-Kastell (DE). FUNK, Rüdiger (DE/DE); Heinrich-Heine-Strasse 15, D-65271 Niederrhein (DE). HERFERT, Norbert (DE/DE); Obergasse 59, D-63674 Altmühl (DE). EN- GELHARDT, Fritz (DE/US); 131 Harbour Watch Drive, Chesapeake, VA 23320 (US). RIEGEL, Ulrich (DE/DE); Steinackerstrasse 6, D-60386 Frankfurt am Main (DE). STÜVEN, Uwe (DE/DE); Im Hopfengarten 35, D-65812 Bad Soden (DE).	
(74) Gemeinssamer Vertreter: BASF AKTIEGESELLSCHAFT; D-67056 Ludwigshafen (DE).	

(54) Title: MECHANICALLY STABLE HYDROGELS

(54) Beschreibung: MECHANISCH STABILE HYDROGELE

(57) Abstract

The invention relates to ionically cross-linked hydrogels, characterized by the addition of compounds of the formula (I):  $M_1(H_{2n+1}Al_2O_{2n+1})$ , in which M is potassium or sodium and n is a whole number between 1 and 10. The compounds are intended for cross-linking and their pH is adjusted to between 3.0 and 9.5.

(57) Zusammenfassung

Gegenstand der Erfindung sind ionisch vernetzte Hydrogele, gekennzeichnet durch die Zugabe von Verbindungen der Formel (I):  $M_1(H_{2n+1}Al_2O_{2n+1})$ , worin M Kalium oder Natrium und n eine ganze Zahl zwischen 1 und 10 bedeuten, zur Vernetzung, wobei der pH auf einen Wert zwischen 3,0 und 9,5 eingestellt wird.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbogen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT vorzulegen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Südafrika
AZ	Aserbaidschan	GB	Verinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Türkei
BG	Bulgarien	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BJ	Benin	HR	Kroatien	NN	Norwegen	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IE	Irland	NR	Niger	UG	Uganda
BY	Belarus	IL	Israel	NL	Niederlande	UZ	Usbekistan
CA	Canada	IS	Island	NZ	Neuseeland	VN	Vietnam
CF	Zentralafrikanische Republik	IT	Italien	PL	Polen	YU	Jugoslawien
CG	Kongo	JP	Japan	PT	Portugal	ZW	Zimbabwe
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	RO	Rumänien		
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	RU	Russische Föderation		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	SD	Sudan		
CN	China	KU	Kuwait	SE	Schweden		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	SG	Singapur		
CZ	Tschechische Republik	LJ	Litauen				
DE	Deutschland	LK	Litauen				
DK	Dänemark	LR	Liberia				
EE	Estland						

Mechanisch stabile Hydrogele

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ionisch vernetzte Hydrogele, erhältlich durch Zugabe von Aluminaten der Formel (I)



10

worin

M Kalium oder Natrium und  
n eine ganze Zahl von 1 bis 10 bedeuten,

15

zu einem unvernetzten oder kovalent vernetzten Hydrogel, wobei der pH-Wert nach Zugabe von 1 einen Wert zwischen 3,0 und 9,5 beträgt, ein Verfahren zu ihrer Herstellung und ihre Verwendung zur Absorption wäßriger Flüssigkeiten.

20

Es handelt sich dabei um wasserunlösliche, vernetzte, Carboxylgruppen enthaltende Polymere, welche in der Lage sind unter Quellung und Ausbildung von Hydrogelen wäßrige Flüssigkeiten und Körperflüssigkeiten, wie z.B. Urin oder Blut aufzunehmen und die absorbierten Flüssigkeitsmengen unter einem bestimmten Druck zurückzuhalten.

Die Herstellung und Verwendung derartiger zur Hydrogelbildung befähigter Polymere ist in zahlreichen Patentschriften beschrieben, 30 wie der EP-A-316 792, EP-A-400 283, EP-A-343 427, EP-A-205 674 und DE-A-4 418 818.

Um Polymere herzustellen, welche Hydrogele mit besonders hoher Flüssigkeitsaufnahmekapazität, hoher Gelstärke sowie hohes 35 Aufnahmevermögen unter Druck sind, hat es sich als notwendig erwiesen, die Polymerisatpartikel einer nachträglichen Oberflächenbehandlung zu unterwerfen.

Bevorzugt werden Substanzen eingesetzt, welche zwei oder mehrere 40 Gruppen enthalten, die mit den Carboxylgruppen der hydrophilen Polymere kovalente Bindungen ausbilden können (EP-A-0 349 240).

Als Vernetzungsmittel können Polyglycidylether, Haloeopoxiverbindungen, Polyole, Polyamine oder Polyisocyanate verwendet 45 werden. Des weiteren werden in der DE-A-3 314 019, EP-A-0 317 106 und DE-A-3 737 196 polyfunktionelle Azidinverbindungen,

Alkyl-di-(tri)halogenide und öllösliche Polyepoxidverbindungen genannt.

Gemäß der DE-B-4 020 780 wird eine verbesserte Absorption unter 5 Druck durch oberflächenvernetzende Behandlung eines Polymeren mit 0,1 bis 5 Gew.-% Alkylencarbonat erreicht.

Ferner ist die Oberflächenvernetzung von sogenannten superabsorbierenden Polymeren mit mehrwertigen Metallkationen bekannt. So 10 beschreiben die EP-A-386 897, US-A-5 684 106 und US-A-4 798 861 den Einsatz von Aluminumsalzen zur Oberflächenvernetzung.

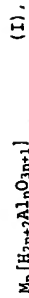
Die Verwendung von mehrwertigen Metalloxyden zur Oberflächenvernetzung wird in der JP-A-01 029 257 beschrieben und 15 US-A-5 399 591 lehrt den Einsatz von mehrwertigen Metallkationen in Kombination mit organischen Carbonaten.

EP-A-372 981, JP-A-03 179 008, US-A-5 314 420 und US-A-4 690 971 beschreiben die Verwendung mehrwertiger Metallionen allgemein zur 20 Oberflächenvernetzung.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, neue Hydrogele herzustellen, welche sich insbesondere durch eine verbesserte mechanische Stabilität der gequollenen Gelteilchen auszeichnen. 25 Ferner sollen die Hydrogele verbesserte Eigenschaften hinsichtlich Gelstärke und Wasserrückhaltevermögen aufweisen.

Gegenstand der Erfindung sind somit ionisch vernetzte Hydrogele, erhältlich durch die Zugabe von Aluminaten der Formel (I)

30



worin

35 M Kalium oder Natrium und  
n eine ganze Zahl von 1 bis 10 bedeuten,

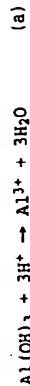
zu einem unvernetzten oder kovalent vernetzten Hydrogel, wobei der pH-Wert durch die Zugabe von I auf einen Wert zwischen 3,0 40 und 9,5 eingestellt wird.

Erfindungsgemäß erfolgt die ionische Vernetzung mittels Aluminat- 45 ionen homogen in der Gelform der polymeren Hydrogele vor der Trocknung zu Pulvern oder Granulaten.

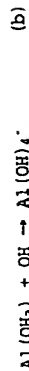
3

Die Herstellung dieser Hydrogelstrukturen erfolgt durch Zugabe von Aluminaten I, vorzugsweise  $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ , zu Carboxylgruppen und/oder Alkali- oder Ammoniumcarboxylatgruppen enthaltenden polymeren wässrigen Gelen, sogenannten Hydrogelen, welche unvernetzt 5 oder durch kovalente Bindungen vorvernetzt sein können.

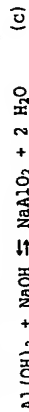
$\text{Al}(\text{OH})_3$  löst sich als amphoterer Hydroxyd sowohl in Säure



10 unter Bildungen von Aluminiumsalzen (a), als auch in Basen



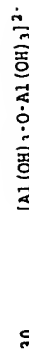
unter Aluminatbildung (b)



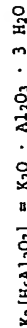
Das Aluminat  $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$  ist als solches nicht beständig und kondensiert leicht unter Wasseraustritt zu höher molekularen Oxo-20 verbindungen. Statt durch Kondensation kann das Aluminat  $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$  wie die Isolierung von Natriumsalzen der Zusammensetzung  $3 \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  zeigt, auch durch Aufnahme von 2 OH-Ionen stabilisiert werden



Als erste Stufe bei der Kondensation des Aluminats unter Wasseraustritt entsteht das Di-Aluminat



welches z.B. in Form des Kaliumsalzes



35 isoliert werden kann.

Weitere Kondensation führt zu Polyaluminaten der allgemeinen Formel



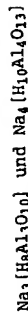
n = 3 Trialuminationen

n = 4 Tetraaluminationen

45

4

welche in Form ihrer Salze



5 bekannt sind.

Bevorzugt werden kovalent vernetzte Hydrogele eingesetzt, die durch Polymerisation von 90-99,99 mol-% eines Carboxylgruppen und/oder Alkali- oder Ammoniumcarboxylatgruppen enthaltenden ein-10 fach ungesättigten Monomeren und 0,01-10 mol-% eines Vernetzers erhalten werden.

Geeignete Vernetzer sind insbesondere Methylenbisacryl- bzw.

-methacrylamid, Ester ungesättigter Mono- oder Polycarbonsäuren

15 von Polyolen, wie Diacrylat oder Triacrylat, z.B. Butandiol- oder Ethylenglykoldiacrylat bzw. -methacrylat sowie Trimethylolpropan-triacrylat und Allylverbindungen wie Allyl(meth)acrylat, Tri-allylcyanurat, Maleinsäurediallylester, Polyallylester, Tetra-allyloxethan, Triallylamin, Tetraallylethylendiamin, Allylester

20 der Phosphorsäure sowie Vinylphosphonsäurederivate, wie sie beispielsweise in der EP-A-0 343 427 beschrieben sind. Besonders bevorzugt werden jedoch Hydrogele, die unter Verwendung von Poly-allylethern als Vernetzer und durch saure Homopolymerisation von

Acrylsäure hergestellt werden. Geeignete Vernetzer sind Penta-

25 erythritoltri- und -tetraallylether, Polyethylenglykoldiallyl-ether, Monoethylenglykoldiallylether, Glyceroldi- und -tri-

allylether, Polyallylether auf Basis Sorbitol, sowie alkoxylierte Varianten davon.

30 Einfach ungesättigte Monomere sind beispielsweise Vinylacrylsäure und bevorzugt Acrylsäure und Methacrylsäure sowie deren Alkali-metall- oder Ammoniumsalze, z.B. Natrium-, Kalium- und Ammonium-acrylate. Bevorzugt sind ionisch vernetzte Hydrogelstrukturen, die zu 50 bis 99,99 Gew.-% aus Struktureinheiten aufgebaut sind, 35 die sich von der Acrylsäure ableiten.

Solche Hydrogele sind allgemein bekannt und werden nach gängigen Verfahren hergestellt.

40 Die erfindungsgemäßen ionisch vernetzten Hydrogelstrukturen werden vorzugsweise erhalten, indem wässrige Acrylsäurelösungen unter Zusatz mehrfach olefinisch ungesättigter Verbindungen, z.B. den obengenannten Vernetzern, radikalisch polymerisiert werden.

Der Polymerisationsprozeß liefert wasserhaltige Hydrogele, welche 45 dann durch Zugabe von Aluminationen gemäß obiger Beschreibung in Verbindung mit Basen wie Natrium- oder Kaliumhydroxid auf pH-

Werte zwischen 3,0 und 9,5, bevorzugt zwischen 4,0 und 7,5 einge-

worfen, anschließend gemahlen und durch Sieben ein erwünschtes Kornverteilungsspektrum eingestellt.

Die auf diesem Wege hergestellten Polymerpartikel sind in der 5 Lage, das Vielfache ihres Eigengewichtes an wäßrigen Flüssigkeiten aufzunehmen. Dabei bilden sich Hydrogelpartikel, welche sich durch besondere physikalische Eigenschaften auszeichnen.

Werden Hydrogelpartikel, welche auf ähnlichem Wege durch Polymerisation ungesättigter wasserlöslicher Säuren unter Zusatz mehrfach olefinisch ungesättigter Verbindungen hergestellt wurden, wiederholter mechanischer Belastung, wie z.B. Einwirkung starker Scherkräfte ausgesetzt, erfolgt irreversibler Abbau der Hydrogelnetzwerkstruktur durch Zerstörung kovalenter Bindungen 15 unter mechanischer Belastung. Dies hat zur Folge, daß die mechanische Stabilität der Gelpartikel, d.h. die sogenannte Gelstärke drastisch abnimmt.

Die erfindungsgemäßen Hydrogelstrukturen, welche neben kovalenten Vernetzungselementen nach einem ionischen Mechanismus vernetzt sind, zeigen diesen Nachteil nicht, da die ionischen Vernetzungselemente zur Rekombination befähigt sind.

Die erfindungsgemäßen Hydrogele eignen sich in hervorragender 25 Weise als Absorbentien für wäßrige Flüssigkeiten, zur Formulierung kosmetischer Zubereitung, als Verfestiger und/oder Binder von reaktiven Gruppen enthaltenden faserigen Flächengebilden sowie als Bohrspülungen und Zementschlämme bei der Erdölgewinnung.

30 Für die Verwendung als sogenannte "Super Absorbing Polymers" (SAP) zum Einsatz von Hygieneartikeln, beispielsweise Windeln, Tampons oder Damenbinden, eignen sich insbesondere erfindungsgemäße Hydrogele auf Basis von Acrylsäure. Diese enthalten vorzugsweise 50 bis 99,99, insbesondere bis 98 Gew.-% Struktur- 35 einheiten, die von der Acrylsäure abgeleitet sind. Besonders bevorzugt sind Hydrogele, die Copolymerisate aus Acrylsäure und zwei- oder mehrfach ungesättigten Verbindungen darstellen, welche in wäßriger Lösung hergestellt wurden.

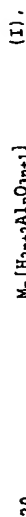
40 Auch erfindungsgemäße Hydrogele auf Basis von Carboxymethyl-Polysacchariden eignen sich zum Einsatz als SAP in hervorragender Weise.

Da die Verbindungen der allgemeinen Formel I in wäßrig alkalischen Systemen löslich sind, können erfindungsgemäße wasser- 45 quellbare Hydrogele mit gegenüber Verbindungen des Standes der Technik homogenerem Netzwerk erzielt werden. Dadurch weisen die

stellt werden. Die Zugabe der Basen kann dabei sowohl vor der Zugabe des Aluminats wie auch gemeinsam mit dem Aluminat erfolgen. Im ersteren Fall erfolgt die Vernetzung von neutralisierten oder teilneutralisierten Gelen. Ebenso ist es möglich teil- 5 neutralisierte wäßrige Acrylsäurelösungen vorzugsweise in Gegenwart eines Vernetzers zu polymerisieren und anschließend mit Aluminaten, gegebenenfalls unter weiterem Basenzusatz zu vernetzen.

Die verwendete Menge an Aluminaten beträgt 0,05 bis 80 mol.-%, 10 bevorzugt 0,05 bis 30 mol.-% Aluminium, bezogen auf die Summe von Carboxylgruppen und Alkali- oder Ammoniumcarboxylatgruppen, vorzugsweise bezogen auf die zu neutralisierenden Säureeinheiten im Hydrogel.

15 Als besonders geeignet zur Herstellung der neuartigen polymeren Hydrogele erwiesen sich Mischungen aus Natron- oder Kallilauge mit mono-, di-, tri- oder tetra-Aluminaten, oder auch von höheren Polyaluminaten der allgemeinen Formel (I)



wobei M, Na oder K und n eine Zahl von 5 bis 10 ist, sowie deren Mischungen.

25 Die Polymerisation kann durch Radikalbildner, wie z.B. organische oder anorganische Peroxide sowie Azoverbindungen ausgelöst werden. Beispiele sind Benzoylperoxid, tert.-Butylhydroperoxid, Cumolhydroperoxid,  $(NH_4)_2S_2O_8$ ,  $K_2S_2O_8$ ,  $H_2O_2$  oder Azodisobutyronitril. Auch Redoxsysteme eignen sich in hervorragender 30 Weise als Polymerisationsinitiatoren. Die Polymerisation kann schließlich auch durch energiereiche Strahlung ausgelöst werden.

Werden Verbindungen der allgemeinen Formel I erst einem unversetzten Prä(Co)polymeren zugegeben, so geschieht dies in der 35 Regel vor der Trocknung durch homogenes Vermischen, beispielsweise durch Verknäten eines wäßrigen Polymergels in einem Knetter. Bevorzugt ist jedoch der Einsatz von kovalent vernetzten Hydrogelstrukturen, welche dann mit Verbindungen der Formel I vorzugsweise in Gemischen mit Basen, wie Natrium- oder Kalium- 40 hydroxid zur Neutralisation auf die erwünschten pH-Werte eingesetzt werden.

Nach Herstellung des ionisch vernetzten Hydrogels, welche in geeigneten Apparaten wie Knetern, Extrudern oder nach Vor-

45 zerkleinerung in üblichen Mischaggregaten, wie z.B. Pflugschar- oder Schnecken-Mischern vorgenommen werden kann, werden die Gelpartikel einem Trocknungsprozeß zur Entfernung des Wasser unter-

mittelt werden. Nach den ersten 20 Zyklen wird das Gel 20 Minuten lang bei Raumtemperatur auf dem Probenhalter belassen. In dieser Zeit hat das Gel Gelegenheit, sich zu erholen und die durch die mechanische Belastung entstandenen Netzwerkdefekte wieder zu reparieren. Nach Ablauf dieser Zeit wird das Testprogramm wiederholt (2. Zyklenreihe), wobei die Eindringtiefe des Stempels unverändert bleibt. Tabellen 1 und 2 zeigen zur Verdeutlichung der Testmethode Daten der Kraftaufnahme für Gele, die keinen Reparaturreffekt bzw. einen vollständigen Reparaturreffekt aufweisen. Der Gel-Recovery-Index berechnet sich wie folgt:

$$\text{Gel-Recovery-Index} = 1 - \frac{2 \cdot (A - C)}{A}$$

A = Kraftaufnahme beim 1. Zyklus der 1. Zyklenreihe  
15 C = Kraftaufnahme beim 1. Zyklus der 2. Zyklenreihe

Die Kraftaufnahme wird in den folgenden Tabellen in relativen Einheiten angegeben.

20 Tabelle 1:  
Messung des Gel-Recovery-Index für eine Probe mit Reparaturreffekt (erfindungsgemäßes Beispiel)

Zyklus	Kraftaufnahme 1. Zyklenreihe	Kraftaufnahme 2. Zyklenreihe
25	100	100
	94,5	94,5
	90	90
	86	86
	82	82
30	78,5	78,5
	76	76
	73	73
	70,6	70,6
	68	68
35	65,2	65,2
	63	63
	60,6	60,6
40	58,5	58,5
	56,5	56,5
	54,8	54,8
	53,3	53,3
45	52	52

Hydrogele haben hoher Absorptionskapazität auch hohe Gelstärke auf.

Durch Nachvernetzung mit Verbindungen der allgemeinen Formel I 5 von bereits kovalent vernetzten Polymeren, die für den Einsatz als SAP vorgesehen sind, kann deren Leistungsfähigkeit hinsichtlich Absorption unter Druck, sowie insbesondere die mechanische Stabilität der Gelstrukturen nach mechanischer Belastung auf Grund der Rekombinationsfähigkeit der ionischen Vernetzungselemente wesentlich verbessert werden.

Das verbesserte mechanische Eigenschaftsprofil der erfindungsgemäßen Hydrogelstrukturen gegenüber herkömmlichen kovalent vernetzten Produkten läßt sich durch Messung des Gel-Recovery-Index 15 zeigen.

Messung des Gel-Recovery-Index:

Die Messung des Gel-Recovery-Index erfolgt mit Hilfe eines Creep 20 Meter, Modell RE-3305 der Firma Yamaden Co., Ltd. Bei diesem Gerät handelt es sich um ein Penetrometer, womit Untersuchungen von Struktur- und Konsistenzveränderungen über die Zeit oder durch wechselnde Belastungseinflüsse durchgeführt werden können. Kernstück des Gerätes stellt ein in vertikaler Richtung ver- 25 schiebbarer Meßschlitten mit Kraftaufnehmer und einem Stempel als Prüfkörper dar. Der Kraftaufnehmer mißt die Druck- oder Zugkräfte, die bei der Schrittenverschiebung von der Probe auf den Prüfkörper einwirken. Zur Durchführung verschiedener Messungen kann entweder die maximale Eindringtiefe des Prüfkörpers (bei 30 Messung der Kraft) oder die maximale Kraftaufnahme (bei Messung der Eindringtiefe) vorgegeben werden. Zur Durchführung der Messung des Gel-Recovery-Index werden 0,2 g SAP mit einer aus- gesiebten Kornfraktion von 400 - 500 µm in 7 g 0,9 Gew.-%iger Kochsalzlösung gegeben und das Gel 3 h lang bei Raumtemperatur 35 gehalten, um eine homogene Quellung zu erreichen. 0,2 g dieses Gels werden auf den Probenhalter gleichmäßig und ohne mechanische Belastung mit einem Spatel verteilt. Der Stempel wird nun soweit heruntergefahren, daß er gerade die Oberfläche der gequollenen SAP-Teilchen berührt. Von dieser Ausgangsstellung wird der 40 Stempel nun in 20 Zyklen mit einer Geschwindigkeit von 0,5 mm/s in das Gel hinein- und wieder herausgefahren. Die Kraftaufnahme nimmt hierbei von Zyklus zu Zyklus ab, da durch diese mechanische Belastung ein Teil der Gelstruktur zerstört wird und somit der Elastizitätsmodul des Gels abnimmt. Die Eindringtiefe des Stem- 45 pels wird dabei so gewählt, daß die Kraftaufnahme bei dem 20. Zyklus (50 " 3 %) der Kraftaufnahme beim 1. Zyklus beträgt, und muß daher für jedes Produkt durch Vorversuche individuell er-

10

säure zudosiert. Nun erfolgt Zugabe von 10 g Pentaerythritol-triallyl-ether als kovalenter Vernetzer. Bei einer Temperatur von 4°C werden die Initiatoren, ein Redoxsystem, bestehend aus 2,2 g 2,2'-Azobisisobutyronitril, gelöst in 20 g entsalztem Wasser, 4 g Kaliumperoxodisulfat, gelöst in 150 g entsalztem Wasser sowie 0,4 g Ascorbinsäure, gelöst in 20 g entsalztem Wasser nacheinander zugegeben und verrührt. Die Reaktionslösung wird daraufhin ohne Rühren stehengelassen, wobei durch einsetzende Polymerisation, in dessen Verlauf die Temperatur bis auf ca. 85°C ansteigt, ein festes Gel entsteht. Dieses wird anschließend mechanisch zerkleinert und gleichzeitig mit einer wässrigen Lösung 30 %iger NaOH, welche 10 Gew.-% Na-Aluminat (Riedel-de Haen) enthält, auf einen pH-Wert von 5,8 eingestellt und bei 120°C getrocknet und gemahlen. Das vorliegend beschriebene 15 Produkt hat einen GR-Index von 0,5.

Vergleichsbeispiel

Es wird analog zu Beispiel 1 verfahren, nur wird zur Einstellung 20 des sauren Gels auf einen pH-Wert von 5,8 ausschließlich eine 30%ige wässrige Lösung von NaOH eingesetzt.

Beispiel 2

25 Es wird analog Beispiel 1 verfahren, nur wird jetzt zur Einstellung des sauren Gels auf einen pH-Wert von 6,1 30 %ige wässrige KOH eingesetzt, welche 15 Gew.-% Na-Aluminat gelöst enthält. Das hier resultierende Produkt besitzt einen GR-Index von 0,7, ist hervorragend für den Einsatz in Babywindeln geeignet und 30 zeichnet sich durch gute Flüssigkeitsretention aus.

Beispiel 3

Unter adiabatischen Bedingungen werden in einem 1,5 l zylindrischen Weichsalsreaktionskolben 1287 g auf 15°C abgekühltes entsalztes Wasser vorgelegt und 225 g Acrylsäure sowie 128 g Tetraallyloxyethan darin gelöst. Es wird Stickstoff in die Monomerlösung eingeleitet (ca. 2 l/Min. für ca. 20 Min.), um den Sauerstoffgehalt zu erniedrigen. Bei einem Gehalt von 1,5 ppm O<sub>2</sub> werden 7,7 g einer 10 %igen wässrigen Lösung von 2,2'-Azobis(2-amidinopropan)-dihydrochlorid zugegeben, nach weiterem N<sub>2</sub>-Einleiten und einem O<sub>2</sub>-Gehalt von 1,3 ppm werden 2,6 g einer 1 %igen H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-Lösung zugegeben und schließlich bei einem O<sub>2</sub>-Gehalt von 1,0 ppm werden 6,4 g einer 0,1 %igen Ascorbinsäurelösung zugegeben. Durch einsetzende Polymerisation, in deren Verlauf die Temperatur bis auf ca. 65°C ansteigt, entsteht ein festes Gel, das anschließend mechanisch zerkleinert wird. 400 g des zerkleinerten

9

Zyklus	Kraftaufnahme 1. Zyklusreihe	Kraftaufnahme 2. Zyklusreihe
19	50,7	50,7
20	50	50

Gel-Recovery-Index=1-[2·(100-100)/100]=1

Tabelle 2:  
Messung des Gel-Recovery-Index für eine Probe ohne Reparatur-  
effekt (Stand der Technik)

Zyklus	Kraftaufnahme 1. Zyklusreihe	Kraftaufnahme 2. Zyklusreihe
1	100	49
2	94,5	48,03
3	90	47,09
4	86	46,18
5	82	45,3
6	78,5	44,45
7	76	43,63
8	73	42,84
9	70,6	42,08
10	68	41,35
11	65,2	40,65
12	63	39,98
13	60,6	39,34
14	58,5	38,73
15	56,5	38,15
16	54,8	37,6
17	53,3	37,08
18	52	36,59
19	50,7	36,13
20	50	35,7

Gel-Recovery-Index=1-[2·(100-49)/100]=-0,02

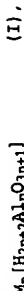
40 Gele mit vollständigem Reparaturreffekt zeigen einen Gel-Recovery-Index von 1,0, Gele ohne Reparaturreffekt zeigen einen Gel-Recovery-Index von < 0.

Beispiel 1

45 In einem durch geschäumtes Kunststoffmaterial gut isolierten Polyethylengefäß mit einem Fassungsvermögen von 10 l werden 3677,4 g entsalztes Wasser vorgelegt, und langsam 1300 g Acryl-

Patentansprüche

1. Ionisch vernetzte Hydrogele, erhältlich durch Zugabe von  
5 Aluminaten der Formel (I)



worin

10 M Kalium oder Natrium und

n eine ganze Zahl von 1 bis 10 bedeuten,

15 zu einem unvernetzten oder kovalent vernetzten Hydrogel, wo-  
bei der pH-Wert nach Zugabe von I einen Wert zwischen 3,0 und  
9,5 beträgt.

2. Ionisch vernetzte Hydrogele nach Anspruch 1, dadurch gekenn-  
20 zeichnet, daß das eingesetzte Hydrogel Carboxylgruppen und/  
oder Alkali- oder Ammoniumcarboxylatgruppen trägt.

3. Ionisch vernetzte Hydrogele nach Anspruch 1 oder 2, dadurch  
25 gekennzeichnet, daß sie zu 50 bis 99,99 Gew.-% aus Struktur-  
einheiten aufgebaut sind, die von der Acrylsäure abgeleitet  
sind.

4. Ionisch vernetzte Hydrogele nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
30 dadurch gekennzeichnet, daß das eingesetzte Hydrogel durch  
eine radikalische Copolymerisation hergestellt wurden.

5. Ionisch vernetzte Hydrogele nach einem oder mehreren der An-  
35 sprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß sie durch Zugabe  
von Verbindungen der Formel (I) hergestellt werden, worin n  
eine ganze Zahl von 2 bis 4 bedeutet.

6. Ionisch vernetzte Hydrogele nach einem oder mehreren der An-  
40 sprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der pH-Wert bei  
der Zugabe von Verbindungen der Formel (I) auf 4,0 bis 7,5  
eingestellt wird.

7. Ionisch vernetzte Hydrogele nach einem oder mehreren der An-  
45 sprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Menge an  
Aluminaten 0,05 bis 80 mol-% Al bezogen auf zu neutralisie-  
rende Säureeinheiten im Hydrogel beträgt.

Man erhält ein Produkt, im wesentlichen gekennzeichnet durch  
folgende physikalische Daten, alle gemessen in NaCl 0,9 %:  
Extrahierbare Anteile (16 h-Wert) 7,7 %, Absorption unter Druck  
(20 g/cm<sup>2</sup>) = 23,8 g/g, GR-Index = 0,3.

5

Tabelle 3

	Extrahierbare Anteile 16 h-Wert (%)	Absorption unter Druck (20 g/cm <sup>2</sup> ) (g/g)	Gel-Recovery Index
10 Vergleichs- beispiel	10,2	9,4	0
Beispiel 1	7,5	25,2	0,5
Beispiel 2	7,1	32,9	0,7
15 Beispiel 3	7,7	23,8	0,3

Alle Werte sind gemessen in NaCl 0,9 %ig

20

25

30

35

40

45

13

8. Ionisch vernetzte Hydrogele nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein kovalent vernetztes Hydrogel eingesetzt wird.

5 9. Ionisch vernetzte Hydrogele nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das eingesetzte Hydrogel durch Copolymerisation von Acrylsäure mit zwei- oder mehrfach ungesättigten Verbindungen in wässriger Lösung hergestellt wurden.

10

10. Verfahren zur Herstellung von ionisch vernetzten Hydrogelen gemäß den Ansprüchen 1 bis 9, indem man ein unvernetztes oder kovalent vernetztes Hydrogel mit Aluminaten I derart umsetzt, daß sich ein pH-Wert von 3,0 bis 9,5 einstellt.

15

20

25

30

35

40

45

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. nat. Application No. PCT/EP 99/02702	
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 C08J3/24 A61L15/60 A61F13/15 C08K3/00 C08F220/04	
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC	
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 C08J A61L A61F C08K C08F	
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched	
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)	
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT	
Category *	Relevant to claim No.
X	WD 95 11932 A (ALLIED COLLOIDS LTD ;JOHNSON IAN MICHAEL (GB); COULDWELL PAULINE L) 4 May 1995 (1995-05-04) page 8, line 1; claims 1,2
X	US 5 684 106 A (JOHNSON IAN MICHAEL ET AL) 4 November 1997 (1997-11-04) column 4, line 60-65; claim 1
X	US 4 690 971 A (FLESHER PETER ET AL) 1 September 1987 (1987-09-01) cited in the application column 3, line 25-35; claims 1,3
Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.	
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another document</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or the document is taken alone to involve an inventive step or the document is taken alone to involve an inventive step in the claimed invention</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention is considered to be an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"Z" document member of the same patent family</p>	
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
29 July 1999	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. Box 5618 Patankian 2 NL-2280 HV Rijswijk T: +31 (0)78 656 4000, Tlx. 31 651 500 nl Fax: +31 (0)78 340 3015	Authorized officer Devriese, K



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/EP99/02702

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such  
an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.1(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all  
searchable claims.2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment  
of any additional fee.3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report  
covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is  
restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.  
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Form PCT/ISA/210 (continuation of first sheet (1)) (July 1992)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/EP 99/02702

ADDITIONAL MATTER PCT/ISA/210

The International Searching Authority found that this international application contains  
multiple inventions, as follows:

1. Claims Nos. 1-10

1.1. Claims Nos. 1-10  
Method for producing hydrogels and hydrogels that can be obtained by adding Na[H<sub>4</sub>A104]1.2. Claims Nos. 1-10  
Method for producing hydrogels and hydrogels that can be obtained by adding K[H<sub>4</sub>A104]1.3. Claims Nos. 1-10  
Method for producing hydrogels and hydrogels that can be obtained by adding aluminates of  
formula 1 with n=2-10

Form PCT/ISA/210

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9511932 A	04-05-1995	AT 175216 T AU 695732 B AU 799799 A BR 9406467 A CA 2152362 A DE 69415651 D DE 69415651 T EP 0675909 A ES 2125493 T FI 953086 A JP 8509522 T NO 952566 A SI 675909 T US 5684106 A ZA 9408464 A	15-01-1999 20-08-1998 22-05-1995 23-01-1996 04-05-1995 11-02-1999 20-05-1999 11-10-1995 01-03-1999 21-06-1995 08-10-1996 26-06-1995 30-04-1999 04-11-1997 27-10-1995
US 5684106 A	04-11-1997	AT 175216 T AU 695732 B AU 799799 A BR 9406467 A CA 2152362 A DE 69415651 D DE 69415651 T EP 0675909 A ES 2125493 T FI 953086 A JP 8509522 T NO 952566 A SI 675909 T ZA 9408464 A	15-01-1999 20-08-1998 22-05-1995 23-01-1996 04-05-1995 11-02-1999 20-05-1999 11-10-1995 01-03-1999 21-06-1995 04-05-1995 08-10-1996 26-06-1995 30-04-1999 27-10-1995
US 4690971 A	01-09-1987	AU 582832 B AU 5425686 A CA 1286047 A EP 0195550 A JP 61222600 A US 4880858 A	13-04-1989 11-09-1986 09-07-1991 24-09-1986 03-10-1986 14-11-1989

# INTERNATIONAL RESEARCH REPORT

Internat. und. Anmeldungen  
PCT/EP 99/02782

KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 C08J3/24 A61L15/60 A61F13/15 C08K3/00 C08F220/84

Nach der internationalen Patentsklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestgröße (Klassifikationsystem und Klassifikationsymbole)  
IPK 6 C08J A61L A61F C08K C08F

Recherchierte aber nicht zum Mindestgröße gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie\* Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile Betr. Anspruch Nr.

X	WO 95 11932 A (ALLIED COLLOIDS LTD ;JOHNSON IAN MICHAEL (GB); COULDWELL PAULINE L) 4. Mai 1995 (1995-05-04) Seite 8, Zeile 1; Ansprüche 1, 2	1-10
X	US 5 684 106 A (JOHNSON IAN MICHAEL ET AL) 4. November 1997 (1997-11-04) Spalte 4, Zeile 60-65; Anspruch 1	1-10
X	US 4 690 971 A (FLESHER PETER ET AL) 1. September 1987 (1987-09-01) in der Anmeldung erwähnt Spalte 3, Zeile 25-35; Ansprüche 1, 3	1-10

□ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentdülle

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:
  - "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam angesehen wird
  - "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
  - "L" Veröffentlichung, die gegenseitig einen Prioritätsanspruch zweifelsfrei anerkennt im Recherchebericht genannten Veröffentlichungsdatum einer Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine schriftliche Offenbarung oder eine andere Maßnahme bezieht
  - "P" Veröffentlichung, die von dem internationalen Anmeldedatum, aber nicht dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Zweck der zugrundeliegenden Recherche veröffentlicht wird
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindungsfähig angesehen werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindungsfähig angesehen werden, wenn man diese Veröffentlichung in Verbindung mit anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "Z" Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist

Datum des Abschusses der internationalen Recherche

Abenddatum des internationalen Rechercheberichts

29. Juli 1999

Name und Postanschrift der internationalen Recherchebehörde

Europäisches Patentamt, P. B. 5818 Palmdam 2  
NL - 2200 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2000, Tr. 31 851 epo nl  
Fax (+31-70) 340-3016

Betroffener Besteller

Devriese, K

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Abzeichen  
PCT/EP 99/02702

Feld I Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

- ☐ Ansprüche Nr. ...  
... weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich ...
- ☐ Ansprüche Nr. ...  
... weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich ...
- ☐ Ansprüche Nr. ...  
... weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

Feld II Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

- ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
- ☒ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchengebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
- ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr. ...

☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung, diese ist in folgenden Ansprüchen erfüllt:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs ☐ Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt. ☐ Die Zahlung zusätzlicher Recherchengebühren erfolgte ohne Widerspruch

Internationales Abzeichen PCT/EP 99/02702

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-10  
Verfahren zu Herstellung von Hydrogelen und Hydrogele, erhältlich durch Zugabe von Na[H4A104]
- 1.2. Ansprüche: 1-10  
Verfahren zu Herstellung von Hydrogelen und Hydrogele, erhältlich durch Zugabe von K[H4A104]
- 1.3. Ansprüche: 1-10  
Verfahren zu Herstellung von Hydrogelen und Hydrogele, erhältlich durch Zugabe von Aluminaten der Formel I mit n=2-10

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT			
Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören			
Im Rechercharbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9511932 A	04-05-1995	AT 175216 T AU 695732 B AU 7997994 A BR 9406467 A CA 2152362 A DE 69415651 D DE 69415651 T EP 0675909 A ES 2125493 T FI 953086 A JP 8509522 T NO 952566 A SI 675909 T US 5684106 A ZA 9408464 A	15-01-1999 20-08-1998 22-05-1995 23-01-1996 04-05-1995 11-02-1999 20-05-1999 11-10-1995 01-03-1999 21-06-1995 08-10-1996 26-06-1995 30-04-1999 04-11-1997 27-10-1995
-----			
US 5684106 A	04-11-1997	AT 175216 T AU 695732 B AU 7997994 A BR 9406467 A CA 2152362 A DE 69415651 D DE 69415651 T EP 0675909 A ES 2125493 T FI 953086 A JP 8509522 T NO 952566 A SI 675909 T ZA 9408464 A	15-01-1999 20-08-1998 22-05-1995 23-01-1996 04-05-1995 11-02-1999 20-05-1999 11-10-1995 01-03-1999 21-06-1995 08-10-1996 26-06-1995 30-04-1999 27-10-1995
-----			
US 4690971 A	01-09-1987	AU 582832 B AU 5425686 A CA 1286047 A EP 0195550 A JP 61222600 A US 4880858 A	13-04-1989 11-09-1986 09-07-1991 24-09-1986 03-10-1986 14-11-1989